

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月4日

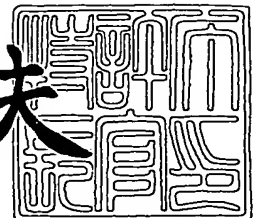
出願番号
Application Number: 特願2002-351973
[ST. 10/C]: [JP 2002-351973]

出願人
Applicant(s): 日立マクセル株式会社

2003年9月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3075396

【書類名】 特許願

【整理番号】 HM0241

【提出日】 平成14年12月 4日

【あて先】 特許庁 長官殿

【国際特許分類】 G11B 11/10

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

 【氏名】 小沼 剛

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

 【氏名】 矢野 亮

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

 【氏名】 松沼 悟

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市丑寅一丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

 【氏名】 藤田 塩地

【特許出願人】

 【識別番号】 000005810

 【氏名又は名称】 日立マクセル株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100099793

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川北 喜十郎

 【電話番号】 03-5362-3180

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 057521

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0112006

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記憶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気記録媒体であって、
基板と、
上記基板上に形成され、Fe、Co及びNiからなる群から選ばれる少なくとも 1 種の元素と B とを含む軟磁性層と、
上記軟磁性層上に隣接して形成され、Pd または Pt と B とを含むシード層と、
上記シード層上に隣接して形成された記録層とを備えた磁気記録媒体。

【請求項 2】 上記軟磁性層の B 濃度が 5 ～ 30 at % であり、上記シード層の B 濃度が 20 ～ 70 at % であることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 上記シード層の膜厚が 1 ～ 20 nm であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 上記記録層が人工格子構造を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 上記記録層の人工格子構造が Co を主体とする層と Pd を主体とする層を交互に積層した構造または Co を主体とする層と Pt を主体とする層を交互に積層した構造を有することを特徴とする請求項 4 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 上記記録層中に B を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 7】 上記記録層中の B 濃度が 5 ～ 30 at % であることを特徴とする請求項 6 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 8】 上記記録層の Co を主体とする層の膜厚が 0.05 ～ 0.5 nm であり、且つ、Pd または Pt を主体とする層の膜厚が 0.5 ～ 2 nm であることを特徴とする請求項 5 ～ 7 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 9】 上記記録層が直径 2 ～ 15 nm の円柱状の結晶粒子の集合体

から構成されていることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の磁気記録媒体と、
情報を記録または再生するための磁気ヘッドと、
上記磁気記録媒体を上記磁気ヘッドに対して駆動するための駆動装置とを備えることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項 11】 上記磁気ヘッドが磁気抵抗効果型磁気ヘッドを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記憶装置に関し、より詳細には、大量の情報を迅速かつ正確に記録し、記録した情報を低ノイズで再生するための磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の高度情報化社会の進展に対応して、情報記録装置の大容量化・高密度化に対するニーズは高まる一方である。このニーズに応える情報記録装置の一つとして磁気記憶装置が知られている。磁気記憶装置は、例えば、大型サーバー、並列型コンピュータ、パーソナルコンピュータ、ネットワークサーバー、ムービーサーバー、モバイル PC 等の大容量記憶装置として使用されている。磁気記憶装置は、情報が記録される磁気記録媒体と、磁気記録媒体の情報を記録再生するための磁気ヘッドを備える。磁気記録媒体は、円板状の基板の上に記録層としてコバルト合金などの強磁性薄膜がスパッタ法などにより形成されており、記録層上には、耐摺動性及び耐食性を高めるために保護層と潤滑膜が形成されている。

【0003】

磁気記憶装置の大容量化に伴い、磁気記録媒体の記録層に微細な記録磁区を記録することによる磁気記録媒体の記録密度の向上が図られている。記録磁区を微細化するための方法として垂直磁気記録方式が注目されている。垂直磁気記録方

式では、垂直磁化を示す記録層を有する磁気記録媒体を用いて、記録層に垂直磁化を有する磁区を形成することによって磁気記録を行なう。この垂直磁気記録方式では記録層に微細な磁区を形成することができるため磁気記録媒体の記録密度を高めることができる。

【0004】

垂直磁気記録方式の磁気記録媒体の記録層に用いられる材料としては、従来、Co-Cr系の多結晶膜が用いられてきた。この多結晶膜では、強磁性を有するCo濃度の高い結晶粒と、Cr濃度の高い非磁性の結晶粒界部とからなる2相分離構造が形成され、強磁性を有する結晶粒間の磁氣的相互作用を非磁性の結晶粒界部により遮断することができる。これにより、高密度記録に必要な媒体の低ノイズ化が可能になる。

【0005】

磁気記録媒体の面記録密度をさらに向上させるためには、媒体ノイズを一層低減させる必要がある。そのためには、磁化反転単位の微細化や読み取りヘッドの高感度化が有効であることがわかっている。このうち、磁化反転単位の微細化には、磁性結晶粒の微細化が有効であることがわかっている。しかしながら、磁性結晶粒を微細化し過ぎると、磁性結晶粒の磁化状態が熱的に不安定になる、いわゆる熱減磁が発生する。これを防ぐために、非磁性基板上に、軟磁性層、炭素からなる第1シード層、第2シード層及び人工格子構造を持つ記録層を順次積層した磁気記録媒体が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。この磁気記録媒体では、軟磁性層上に形成した炭素からなる第1シード層の上にPdまたはPtからなる第2シード層を設け、その上に記録層としてCo/PdあるいはCo/Pt人工格子膜を形成することにより記録層の結晶配向を向上させ垂直磁気異方性を高くして保磁力を向上させている。

【0006】

また、基板上に、シード層としてPdBOを用い、記録層としてCoBO層とPdBO層またはPtBO層とからなる人工格子膜を用いた磁気記録媒体が開示されている（例えば、特許文献2参照。）。また、基板上に、シード層（下地層）としてPdBOを用い、記録層としてCoBO層とPdBO層とからな

る人工格子膜を用いた磁気記録媒体も開示されている（例えば、非特許文献1参照。）。さらに、軟磁性層としてFe-Co-B、シード層としてTa/CoCrRuを用い、記録層としてCoB層とPd層とからなる人工格子膜を用いた磁気記録媒体も開示されている（例えば、非特許文献2参照。）。

【0007】

【特許文献1】

特開平8-30951号公報（第3-5頁、第1図）

【特許文献2】

特開2002-25032号公報（第3-6頁、第2及び5図）

【非特許文献1】

前坂、他1名、「B、O添加Co/Pd人工格子垂直磁化膜のTEM解析」, 第24回日本応用磁気学会学術講演概要集, 2000年9月, ポスターセッション, p. 276

【非特許文献2】

ユキコ クボタ (Yukiko Kubota)、他4名、「CoX/Pd多層垂直型媒体における非磁性中間層の膜厚の影響 (Effect of non-magnetic interlayer thickness in CoX/Pd multilayer perpendicular media)」, ノース アメリカン パーペンディキュラ マグネティック レコーディング カンファレンス プログラム (North American Perpendicular Magnetic Recording Conference Program), 2002年1月, ポスターセッション, p. MP-05

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、磁気記録媒体の記録層として、人工格子多層膜や規則格子合金膜は高い磁気異方性を有するため、熱擾乱に対して高い耐性が期待される。しかしながら、これらの膜はCo-Cr系多結晶膜と異なり、結晶粒子間に働く面内方向（基板表面に対して平行な方向）の磁氣的相互作用が強いために小さな磁区が形成できず、転移性の媒体ノイズが大きくなるという欠点があった。例えば、特許文献1で開示されているような記録層として人工格子膜を用いた磁気記録媒体では、人工格子膜の結晶配向を向上させることにより、垂直磁気異方性を高くして

保磁力を向上させることはできるが、記録層の結晶粒子間に働く面内方向の磁氣的交換結合力が強くなる。それゆえ、線記録密度が高くなったときにジッターとして現れる遷移ノイズが大きくなり、高記録密度の記録再生が困難になる可能性があった。さらに、特許文献1で開示されているような磁気記録媒体では、シード層として第1シード層と第2シード層の2つのシード層を用いているため、シード層全体の膜厚が厚くなり、磁気ヘッドからの書き込み磁界が軟磁性層まで有効に到達せず、飽和記録特性が劣化する恐れがあった。

【0009】

本発明の第1の目的は、上記従来技術の問題を解決するものであって、記録層の結晶粒子間に働く面内方向の磁氣的交換結合力が低くし、遷移ノイズが低減された磁気記録媒体を提供することである。

【0010】

また、本発明の第2の目的は、優れた耐熱擾乱特性を備え且つ高い面記録密度で記録された情報を高S/Nで再生できる磁気記憶装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様に従えば、磁気記録媒体であって、基板と、上記基板上に形成され、Fe、Co及びNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とBとを含む軟磁性層と、上記軟磁性層上に隣接して形成され、PdまたはPtとBとを含むシード層と、上記シード層上に隣接して形成された記録層とを備えた磁気記録媒体が提供される。

【0012】

本発明の磁気記録媒体では、軟磁性層のB濃度が5～30at%であり、シード層のB濃度が20～70at%であることが好ましい。本発明の磁気記録媒体では、軟磁性層とシード層の両方にBを含有させることにより、シード層の上に形成される記録層、特に、人工格子構造の記録層の結晶配向性を最適に制御する。特に、軟磁性層がFe、Co及びNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とBとから形成され、シード層がPdとBとの合金またはPtとBとの合金から形成されていることが好ましい。例えば、軟磁性層をCoとBとから形成

すると、BがC o中に偏析して存在し、さらに、その軟磁性層上にシード層をPdとBとから形成すると、軟磁性層中のBの偏析構造を反映して、シード層のBがPd中に偏析して存在する。Bが偏析したシード層上に記録層、特に、人工格子構造の記録層を形成すると、人工格子膜はシード層中のPdを核として成長するため、記録層中に明瞭な結晶粒界が形成される。これにより、結晶粒子間で働く面内方向の磁氣的交換結合力が低減される。また、シード層中のPdとBの比率を適宜制御することにより、記録層の結晶配向と結晶粒子間に働く面内方向の交換結合力とを最適化することができる。それゆえ、本発明の磁気記録媒体では記録層に微細な記録磁区を確実に形成することができるとともに、磁化遷移領域も明瞭となるためノイズを低減することができる。すなわち、本発明の磁気記録媒体では低ノイズ性と高分解能の相反する特性を両立することができる。

【0013】

軟磁性層とシード層のいずれか一方が本発明の要件を満たさない場合、記録層に微細な記録磁区を形成することが困難になる。例えば、軟磁性層をC oとBとから形成し、シード層をPdのみから形成した場合、軟磁性層のBはC o中に偏析して存在するが、シード層にはBの偏析構造が形成されないため、シード層上に明瞭な結晶粒界を有する記録層を成長させることができなくなり、記録層の結晶粒子間で働く面内方向の磁氣的交換結合力が強くなる。それゆえ、記録層に微細な記録磁区の形成することが困難になる。また、例えば、軟磁性層をC o-T a-Z rから形成し、シード層をPdとBとから形成した場合、軟磁性層にはBの偏析構造が形成されないため、シード層にBの偏析構造を形成させるためには十分に厚い膜厚が必要になる。シード層の膜厚が厚くなると、磁気ヘッドと軟磁性層との間隔が増し、それにより磁気ヘッドの磁極から軟磁性層に向かう磁界が広がってしまう。この結果、記録層には磁界が集束され難くなり、記録層に微細な記録磁区の形成することが困難になる。

【0014】

また、軟磁性層とシード層のいずれにもBを含まない場合もまた記録層に微細な記録磁区を形成することが困難になる。例えば、軟磁性層をC o-T a-Z r軟磁性材料から形成し、シード層をPd結晶のみから形成した場合、軟磁性層及

びシード層ともにBの偏析構造が形成されないので、シード層上には結晶粒界が不明瞭な記録層が形成され、記録層の結晶粒子間で働く面内方向の磁氣的交換結合力が強くなる。それゆえ、記録層に形成される記録磁区のサイズが大きくなり、微細な記録磁区を形成することが困難になる。

【0015】

本発明の磁気記録媒体では、シード層の膜厚が1～20 nmであることが好ましい。シード層の膜厚が1 nm未満の場合には、記録層の結晶配向制御というシード層の役割が不十分となる。一方、シード層の膜厚が20 nmより厚い場合には、記録用磁気ヘッドの磁極と軟磁性層との距離が増加するので、記録用磁気ヘッドからの記録磁界が記録層で十分集束せず広がった状態で印加されてしまい分解能が低下したり、磁化遷移領域の乱れが増加してジッター性のノイズの原因となる恐れがある。

【0016】

本発明の磁気記録媒体では、記録層が人工格子構造を有することが好ましい。なお、本明細書において、用語「人工格子構造」とは、複数の異なる物質を単原子或いは数原子の厚さで一方向に互いに周期的に積層して得られる構造を意味する。そして、人工格子構造を有する膜のことを人工格子膜或いは交互積層多層膜とも呼ぶ。このような人工格子膜は室温または比較的低い基板温度で成膜することができ、しかも大きな磁気異方性を有するため、高密度記録用の記録層として最適である。本発明の磁気記録媒体では、特に、記録層の人工格子構造がCoを主体とする層とPdを主体とする層を交互に積層した構造あるいはCoを主体とする層とPtを主体とする層を交互に積層した構造を有することが好ましい。

【0017】

人工格子構造を有する記録層としては、Coを主体とする層とPdまたはPtを主体とする層をそれぞれ数原子程度または単原子程度の厚みで交互に積層した交互積層多層膜であることが好ましく、特に、0.05～0.5 nmの範囲内から選択された膜厚を有するCo層と、0.5～2 nmの範囲内から選択された膜厚を有するPd層またはPt層とを交互に積層したCo/Pd人工格子膜、あるいは、Co/Pt人工格子膜であることが好ましい。このような膜構造を有する

人工格子膜が最も垂直磁気異方性を発現しやすい。

【0018】

本発明の磁気記録媒体では、Co/PdあるいはCo/Pt人工格子膜で形成された記録層中に添加元素を含んでも良い。添加元素としては、特にBが好ましく、そのB濃度は5～30at%であることが好ましい。Co/PdまたはCo/Pt人工格子膜にBを添加する方法としては、例えば、CoターゲットとPd BあるいはPt Bターゲットを交互にスパッタする方法がある。この形成方法のように、BをPd層あるいはPt層に含ませて人工格子膜を形成することにより、記録層内で組成の揺らぎが発生し、記録層の結晶粒子間で働く面内方向の磁気的交換結合力を低減することができる。また、BをPd層あるいはPt層に含ませて人工格子膜を形成した場合、BをCo層に含ませて人工格子膜を形成した場合に比べて垂直磁気異方性の低下を抑制することができる。

【0019】

また、本発明の磁気記録媒体では、記録層がCo/PdあるいはCo/Pt人工格子膜で形成されている場合、Coが記録層中で面内方向に不連続に分布している（Coがアイランド状に点在または分散している）ことが好ましい。人工格子膜中でCoが面内方向に不連続に分布することにより結晶粒子間で働く面内方向の磁気的交換結合力が部分的に切断されるので、記録層の面内方向の磁気的交換結合力を低減することができる。

【0020】

本発明の磁気記録媒体では、人工格子膜で形成された記録層は、基板の表面に対して垂直な方向に直径2～15nmの円柱形状（カラム状）に延びた結晶粒子の集合体から形成され得る。また、結晶粒子の先端は記録層表面において隆起しており、その隆起部の高さ、すなわち、結晶粒子の表面の最上部と、表面の最下部（結晶粒子の境界部の高さ位置）との差は1～10nmであることが好ましい。このような構造を有する記録層では結晶粒子間に働く面内方向の磁気的交換結合力が低減されるので、記録層に微細な記録磁区を形成してもその記録磁区は安定に存在し、磁化遷移領域の直線性も高くなる。それゆえ、再生時に遷移ノイズを一層低減することができる。

【0021】

本発明の磁気記録媒体における人工格子構造を有する記録層は、通常のスパッタ装置を用いて成膜することが可能である。例えば、異なる材料から構成された2つ以上のターゲットを並設し、それぞれのターゲットに対して基板キャリアを交互に相対移動させることによって形成することができる。あるいは、直径の異なる少なくとも2種類のリング型ターゲットを同一平面で且つ同軸上に配置し、それらのターゲットに対向するように基板を配置させ、リング型ターゲットを交互に放電させることにより成膜することも可能である。

【0022】

人工格子構造を有する記録層の膜厚としては、磁気特性の点から5～60nmが好適である。記録層は、基板表面に対して垂直な方向で測定したときの保磁力が1.5～10kOe（キロエルステッド）であることが好ましく、記録層の膜厚 t と残留磁化 M_r の積である $[M_r \cdot t]$ が、0.3～1.0 memu/cm^2 の範囲にあることが好ましい。保磁力が1.5kOeよりも小さくなると、高記録密度（600kFCI以上）で記録した情報を再生するときに出力が小さくなる恐れがある。また、保磁力が1.5kOeよりも小さくなると、磁気異方性エネルギーが小さくなり、熱減磁しやすくなる恐れもある。また、 $[M_r \cdot t]$ の値が1.0 memu/cm^2 より大きくなると分解能が低下し、0.3 memu/cm^2 よりも小さくなると出力が小さくなりすぎるため、200ギガビット／平方インチ以上の高記録密度を行ったときに十分な記録再生特性を得ることが困難となる。

【0023】

本発明の磁気記録媒体の基板は、例えば、アルミニウム・マグネシウム合金基板、ガラス基板、グラファイト基板などの非磁性基板を用い得る。アルミニウム・マグネシウム合金基板には、表面をニッケル・リンでメッキしても良い。基板を回転させながら、基板表面にダイヤモンド砥粒や研磨用テープを押し当てることにより基板表面を平坦に処理しても良い。これにより、磁気記録媒体上に磁気ヘッドを浮上させたとき、磁気ヘッドの走行特性を向上させることができる。基板表面の中心線粗さ R_a は、基板上に形成される保護層の中心線粗さが1nm以

下となるように調節するのが好ましい。ガラス基板では、強酸などの薬品により表面を化学的にエッチングして平坦化しても良い。また、化学的に表面に微細な高さ、例えば、1 nm以下の突起を形成することにより、負圧スライダーを用いた場合に安定な低浮上量を実現することができる。

【0 0 2 4】

本発明の磁気記録媒体の基板と軟磁性層との間には、基板と軟磁性層との密着性を向上させるためにTiなどの接着層を形成しても良い。

【0 0 2 5】

また、本発明の磁気記録媒体は記録層上に保護層を備え得る。保護層としては、例えば、非晶質炭素、ケイ素含有非晶質炭素、窒素含有非晶質炭素、ホウ素含有非晶質炭素、酸化ケイ素、酸化ジルコニウム及び立方晶系窒化ホウ素のうちのいずれか一種を好適に用いることができる。これら非晶質炭素保護層の形成方法としては、例えば、グラファイトをターゲットとした不活性ガス中、あるいは不活性ガスとメタンなどの炭化水素ガスの混合ガス中のスパッタリングによって形成する方法や、炭化水素ガス、アルコール、アセトン、アダマンタンなどの有機化合物を単独あるいは水素ガス、不活性ガスなどと混合してプラズマCVDにより形成する方法、あるいは有機化合物をイオン化して電圧をかけて加速し、基板に衝突させて形成する方法などがある。さらに、高出力のレーザー光をレンズで集光し、グラファイト等のターゲットに照射するアブレーション法によって保護層を形成しても良い。

【0 0 2 6】

保護層の上には、耐摺動特性を良好なものにするために、潤滑剤を塗布することができる。潤滑剤としては、主鎖構造が炭素、フッ素、酸素の3つの元素からなるパーフルオロポリエーテル系高分子潤滑剤が用いられる。あるいは、フッ素置換アルキル化合物を潤滑剤として用いることもできる。安定な摺動と耐久性を有する材料であれば、他の有機系潤滑剤や無機系潤滑剤を用いても良い。

【0 0 2 7】

これらの潤滑膜の形成方法としては溶液塗布法が一般的である。また、地球温暖化を防ぐため、あるいは工程を簡略化するために、溶剤を使わない光CVD法

によって潤滑膜を形成してもよい。光CVD法は、フッ化オレフィンと酸素の気体原料に紫外光を照射することによって行われる。

【0028】

潤滑膜の膜厚としては、平均値として0.5～3nmが適当である。0.5nmより薄いと潤滑特性が低下し、3nmよりも厚くなるとメニスカス力が大きくなり、磁気ヘッドと磁気ディスクの静摩擦力（スティクション）が大きくなるため好ましくない。また、潤滑膜を形成した後に窒素中あるいは空气中で100℃前後の熱を1～2時間与えても良い。これにより、余分な溶剤や低分子量成分を飛ばして潤滑膜と保護層の密着性を向上させることができる。このような後処理以外に、例えば、潤滑膜形成後に紫外線ランプにより紫外線を短時間照射させる方法を用いても良く、この方法によっても同様の効果が得られる。

【0029】

本発明の第2の態様に従えば、本発明の第1の態様に従う磁気記録媒体と、情報を記録または再生するための磁気ヘッドと、上記磁気記録媒体を上記磁気ヘッドに対して駆動するための駆動装置とを備えることを特徴とする磁気記憶装置が提供される。

【0030】

本発明の磁気記憶装置は、本発明の第1の態様に従う磁気記録媒体を備えるので、高い面記録密度で情報記録が可能であり且つその情報を高S/Nで再生可能であり、さらに、優れた耐熱擾乱特性をも備えている。

【0031】

本発明の磁気記憶装置では、磁気ヘッドは、磁気記録媒体に情報を記録するための記録用磁気ヘッドと、磁気記録媒体に記録された情報を再生するための再生用磁気ヘッドとから構成され得る。記録用磁気ヘッドのギャップ長は、0.2～0.02 μ mが好ましい。ギャップ長が0.2 μ mを越えると、400kFCI以上の高い線記録密度で記録することが困難になる。また、ギャップ長が0.02 μ mより小さい記録ヘッドは製造が困難であり、静電気誘起による素子破壊が起こりやすくなる。

【0032】

再生用磁気ヘッドは、磁気抵抗効果素子を用いて構成することが好ましい。再生用磁気ヘッドの再生シールド間隔は、 $0.2 \sim 0.02 \mu\text{m}$ が好ましい。再生シールド間隔は、再生分解能に直接関係し、短いほど分解能が高くなる。再生シールド間隔の下限値は、素子の安定性、信頼性、耐電気特性、出力等に応じて上記範囲内で適宜選択することが好ましい。

【0033】

本発明の磁気記憶装置では、駆動装置は、磁気記録媒体を回転駆動させるスピンドルを用いて構成することができ、スピンドルの回転速度は毎分3000～20000回転が好ましい。毎分3000回転より遅いとデータ転送速度が低くなるため好ましくない。また、毎分20000回転を越えると、スピンドルの騒音や発熱が大きくなるため好ましくない。これらの回転速度を勘案すると、磁気記録媒体と磁気ヘッドの最適な相対速度は2～30m/秒となる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に従う磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記憶装置の実施例について図面を用いて具体的に説明するが、本発明はこれに限定されず、種々の変形例及び改良例を含み得る。以下の実施例では、磁気記録媒体として、磁気ディスク（ハードディスク）を作製したが、本発明は、フレキシブルディスク、磁気テープ、磁気カードなどのように、記録または再生時に磁気ヘッドと磁気記録媒体が接触するタイプの記録媒体にも適用できる。

【0035】

【実施例1】

図1に、実施例1で作製した磁気ディスクの概略断面図を示す。磁気ディスク100は、図1に示すように、基板1上に、密着層2、軟磁性層3、シード層4、記録層5、保護層6及び潤滑層7を順次積層した構造を有する。この積層構造を有する磁気ディスク100を次のような方法により製造した。

【0036】

まず、直径65mmのガラス基板1を用意し、ガラス基板1上に、密着層2としてTi膜を連続スパッタ装置により5nmの膜厚で成膜した。

【0037】

次いで、密着層 2 上に、軟磁性層 3 として $\text{Co}_{85}\text{B}_{15}$ (at%) を膜厚 200 nm にて成膜した。軟磁性層 3 の成膜では、チャンバー内に Ar ガスを導入しながら、CoB 合金ターゲットを用いて DC スパッタした。

【0038】

次いで、軟磁性層 3 上にシード層 4 として $\text{Pd}_{66}\text{B}_{34}$ (at%) を膜厚 4 nm にて成膜した。シード層 4 の成膜では、チャンバー内に Kr ガスを導入しながら、PdB 合金ターゲットを用いて DC スパッタした。

【0039】

次に、シード層 4 上に人工格子構造の記録層 5 を成膜した。記録層 5 の成膜では、Kr ガス中で、Co ターゲットと $\text{Pd}_{85}\text{B}_{15}$ (at%) ターゲットを交互に放電しながら DC スパッタして、Co 層と PdB 層とが交互に積層された人工格子構造の記録層 5 を形成した。Co 層の 1 層あたりの膜厚は 0.14 nm、PdB 層の 1 層あたりの膜厚は 0.94 nm であり、PdB 層と Co 層の積層数は、PdB 層を 25 層とし、Co 層を 25 層とした。

【0040】

次いで、記録層 5 上に、保護層 6 としてアモルファスカーボンをプラズマ CVD 法により膜厚 3 nm にて形成した。保護層 6 の形成後、基板を成膜装置から取り出した。最後に、保護層 6 上にパーフルオロポリエーテル系潤滑剤を 1 nm の厚さで溶液塗布して潤滑層 7 を形成した。

【0041】

こうして図 1 に示す積層構造を有する磁気ディスク 100 を作製した。

【0042】

次に、この例で作製した磁気ディスク 100 を、図 2 に模式的に示すような平面構造を有する磁気記憶装置 200 に組み込んだ。磁気記憶装置 200 は、図 2 に示すように、磁気ディスク 100 と、磁気ディスク 100 を回転駆動するための回転駆動部 18 と、磁気ヘッド 10 と、磁気ヘッド 10 を磁気ディスク 100 上で所望の位置に移動させるヘッド駆動装置 11 と、記録再生信号処理装置 12 とを備える。

【0043】

磁気ヘッド10は、単磁極型書き込み素子とGMR (G i a n t M a g n e t o - R e s i s t i v e) 読み込み素子とを備え、ヘッド駆動装置11のアームの先端に設けられている。磁気ヘッド10の単磁極型書き込み素子は、情報記録時に記録するデータに応じた磁界を磁気ディスク100に印加して磁気ディスク100に情報を記録することができる。磁気ヘッド10のGMR読み込み素子は、磁気ディスク100からの漏洩磁界の変化を検出して磁気ディスク100に記録されている情報を再生することができる。

【0044】

記録再生信号処理装置12は、磁気ディスク100に記録するデータを符号化して磁気ヘッド10の単磁極型書き込み素子に記録信号を送信することができる。また、記録再生信号処理装置12は、磁気ヘッド10のGMR読み込み素子により検出された磁気ディスク100からの再生信号を復号することができる。

【0045】

[S/N及び保磁力の測定]

磁気記憶装置200を駆動し、磁氣的スペーシング（磁気ヘッド10の主磁極表面と磁気ディスク100の記録層表面との距離）を13nmに維持しながら、磁気ディスク100に線記録密度1000kBP I、トラック密度200kTP Iの条件で情報を記録した。次いで、記録した情報を再生して記録再生特性を評価したところ、トータルS/Nとして24.5dBを得た。これにより、この例で作製した磁気ディスク100では、面記録密度200ギガビット/平方インチの高記録密度で記録された情報でも高S/Nで再生可能であることが分かった。なお、上記トータルS/Nは $S/N = 20 \log (S_{0-p}/N_{rms})$ で求めた。式中、 S_{0-p} は、ゼロ点からピークまで (z e r o t o p e a k) の再生信号振幅の半分の値であり、 N_{rms} はスペクトルアナライザーにより測定したノイズの振幅の平方自乗平均値である。また、この例で作製した磁気ディスク100の記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は154emu/ccであり、保磁力は3.8kOeであった。

【0046】

[ヘッドシーク試験]

また、ヘッドシーク試験として、磁気記憶装置 200 の磁気ヘッド 10 をこの例で作製した磁気ディスク 100 上の内周から外周まで 10 万回シークさせた。ヘッドシーク試験後に磁気ディスク 100 のビットエラーを測定したところビットエラー数は 10 ビット／面以下であり、さらに、30 万時間の平均故障間隔を達成することができた。

【0047】

[電磁変換特性の測定]

次に、この例で作製した磁気ディスクの電磁変換特性を、スピNSTAND の記録再生試験機（不図示）を用いて測定した。記録再生試験機の磁気ヘッドとしては単磁極型書き込み素子と GMR 読み取り素子の複合型ヘッドを使用した。単磁極型書き込み素子のメインポール（主磁極）の実効書き込みトラック幅は 110 nm、飽和磁束密度 B_s は 2.1 T とした。また、GMR 読み取り素子の実効トラック幅は 97 nm、シールド間隔は 45 nm とした。記録再生試験の際、磁気ヘッドの単磁極型書き込み素子の主磁極表面と磁気ディスクの記録層表面との間隔は 13 nm とした。

【0048】

この例で作製した磁気ディスクに対する電磁変換特性の測定結果、線記録密度 450 k FCI における信号対雑音比を表す S/N_d は 24.6 dB であり、線記録密度 300 k FCI における再生出力を孤立波出力で割った出力分解能である R_e は、29.9% であった。

【0049】

[記録層の断面構造の観察]

次に、この例で作製した磁気ディスクの断面構造を、高分解能透過型電子顕微鏡を用いて観察した。図 3 に、人工格子構造で形成された記録層 5 の断面構造の観察結果を模式的に示した。図 3 に示すように、記録層 5 は、円柱形状の結晶粒子 31 の集合体から構成されており、それぞれの結晶粒子 31 の上面は半球状であった。結晶粒子の直径 d は約 8 nm であり、結晶粒子の上面における半球形状部分の最上部 A と最下部 B の差 h は 2 nm であった。記録層 5 は、図 3 に示すよ

うな円柱形状の結晶粒子から構成されているため、結晶粒子間に働く面内方向の磁氣的結合力が低減され、微細な記録ビットが安定になり、磁化遷移領域の直線性が向上するものと考えられる。

【0050】

〔熱減磁率の測定〕

次いで、この例で作製した磁気ディスクについて熱減磁率の測定を行なった。熱減磁率は、24℃の環境下において、線記録密度100kFCIにて記録した信号を再生したときの再生信号振幅の時間に対する変化の割合とした。図4に、熱減磁率の測定結果を示した。図4には後述する比較例3の結果も示した。図4に示すように、実施例1の磁気ディスクでは時間が経過しても規格化出力は殆ど低下せず、熱減磁がなかったことが分かった。これは、この例で作製した磁気ディスクの記録層の磁化遷移領域が明瞭で直線性が高いためであると考えられる。また、オントラックで線密度記録1000kBP Iにてエラーレートを測定したところ、 1×10^{-5} 以下であった。

【0051】

【比較例1】

比較例1ではシード層にBを添加し、軟磁性層にはBを含まない磁気ディスクを作製した。この例で作製した磁気ディスクでは、軟磁性層をCo-Ta-Zr軟磁性材料で形成し、シード層のB濃度を22at%にした以外は、実施例1と同様にして磁気ディスクを作製した。なお、この例で作製した磁気ディスクの記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は195emu/ccであり、保磁力は3.8kOeであった。

【0052】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例1と同様にして電磁変換特性を測定した。測定結果を表1に示した。なお、表1には比較例1の測定結果以外に実施例1及び後述する実施例2～5並びに比較例2の電磁変換特性の測定結果も一緒に記載した。表1から明らかなように、この例で作製された磁気ディスクでは $S/N_d = 18.2$ dB、 $R_e = 27.1\%$ が得られ、実施例1と比較例1を比較すると、実施例1の磁気ディスクの方が、 S/N_d で6.4 dB、 R_e で2

． 8 % 高い値が得られた。この結果から、実施例 1 で作製した磁気ディスクでは、比較例 1 の磁気ディスクに比べて、高域でも遷移性ノイズが低減しており、高分解能と高 S / N が両立されていることが分かった。

【 0 0 5 3 】

【表 1】

内容	軟磁性層条件			シード層条件			記録層磁気特性 (垂直成分)		電磁変換測定	
	種類	B 濃度 [at%]	層厚 [nm]	種類	B 濃度 [at%]	層厚 [nm]	飽和磁化 [emu/cc]	保磁力 [kOe]	Re [%]	S/Nd [dB]
実施例 1	Co-B	15	200	Pd-B	34	4	154	3.8	29.9	24.6
実施例 2	Fe-B	18	200	Pd-B	39	4	142	3.5	30.0	24.5
実施例 3	Fe-Co-B	7	200	Pd-B	32	4	168	4.2	29.0	24.2
実施例 4	Ni-Fe-B	4	200	Pd-B	37	4	165	4.1	28.8	23.9
実施例 5	Co-B	15	200	Pt-B	24	4	206	6.0	27.5	22.4
比較例 1	Co-Ta-Zr	0	200	Pd-B	22	4	195	3.8	27.1	18.2
比較例 2	Co-B	15	200	Pd	0	4	250	3.9	24.0	15.9

【 0 0 5 4 】

【比較例 2】

比較例 2 では軟磁性層に B を添加し、シード層には B を含まない磁気ディスクを作製した。この例で作製した磁気ディスクでは、シード層を P d で形成した以外は、実施例 1 と同様にして磁気ディスクを作製した。なお、この例で作製した磁気ディスクの記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は 2 5 0 e m u / c c であり、保磁力は 3 . 9 k O e であった。

【 0 0 5 5 】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例 1 と同様にして電磁変換特性を測定した。測定の結果を表 1 に示した。表 1 から明らかなように、この例で作製された磁気ディスクでは S / N d = 1 5 . 9 d B 、 R e = 2 4 . 0 % が得られ、実施例 1 と比較例 2 を比較すると、実施例 1 の磁気ディスクの方が、S / N d で 8 . 7 d B 、 R e で 5 . 9 % 高い値が得られた。これらの結果から、実施例 1 で作製された本発明の磁気ディスクは、比較例 2 の磁気ディスクに比べて、高域でも遷移性ノイズが低減しており、高分解能と高 S / N が両立されていることが分

かった。

【0056】

【比較例3】

比較例3では、記録層を人工格子膜ではなくCo-Cr系の多結晶材料で形成した以外は、実施例1と同様にして磁気ディスクを作製した。

【0057】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例1と同様にして熱減磁率を測定した。測定結果を図4に示した。図4から明らかなように、この例で作製された磁気ディスクは時間の経過とともに規格化出力が低下するのに対し、実施例1の磁気ディスクは時間が経過しても規格化出力は殆ど低下せず、熱減磁がなかったことが分かる。これは、実施例1で作製した磁気ディスクの記録層の磁化遷移領域が明瞭で直線性が高いためであると考えられる。

【0058】

【実施例2】

実施例2では、軟磁性層をFe₈₂B₁₈で形成し、シード層のB濃度を39at%にした以外は、実施例1と同様にして磁気ディスクを作製した。なお、この例で作製した磁気ディスクの記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は142emu/ccであり、保磁力は3.5kOeであった。

【0059】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例1と同様にして電磁変換特性を測定した。測定の結果、S/N_d=24.5dB、Re=30.0%が得られ、表1から明らかなように、比較例1及び2の磁気ディスクよりS/N_d、Reともに良好な結果が得られた。

【0060】

【実施例3】

実施例3では、軟磁性層をFe₆₅Co₂₈B₇で形成し、シード層のB濃度を32at%にした以外は、実施例1と同様にして磁気ディスクを作製した。なお、この例で作製した磁気ディスクの記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性

を測定した結果、飽和磁化は 168 emu/cc であり、保磁力は 4.2 kOe であった。

【0061】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例1と同様にして電磁変換特性を測定した。測定の結果、 $S/N_d = 24.2 \text{ dB}$ 、 $R_e = 29.0\%$ が得られ、表1から明らかなように、比較例1及び2の磁気ディスクより S/N_d 、 R_e ともに良好な結果が得られた。

【0062】

【実施例4】

実施例4では、軟磁性層を $\text{Ni}_{79}\text{Fe}_{17}\text{B}_4$ で形成し、シード層のB濃度を $37 \text{ at}\%$ にした以外は、実施例1と同様にして磁気ディスクを作製した。なお、この例で作製した磁気ディスクの記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は 165 emu/cc であり、保磁力は 4.1 kOe であった。

【0063】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例1と同様にして電磁変換特性を測定した。測定の結果、 $S/N_d = 23.9 \text{ dB}$ 、 $R_e = 28.8\%$ が得られ、表1から明らかなように、比較例1及び2の磁気ディスクより S/N_d 、 R_e ともに良好な結果が得られた。

【0064】

【実施例5】

実施例5では、シード層を $\text{Pt}_{76}\text{B}_{24}$ で形成した以外は、実施例1と同様にして磁気ディスクを作製した。なお、この例で作製した磁気ディスクの記録層の膜面に対して垂直方向の磁気特性を測定した結果、飽和磁化は 206 emu/cc であり、保磁力は 6.0 kOe であった。

【0065】

この例で作製した磁気ディスクについて実施例1と同様にして電磁変換特性を測定した。測定の結果、 $S/N_d = 22.4 \text{ dB}$ 、 $R_e = 27.5\%$ が得られ、表1から明らかなように、比較例1及び2の磁気ディスクより S/N_d 、 R_e と

もに良好な結果が得られた。

【0066】

【発明の効果】

本発明の磁気記録媒体は、人工格子構造を有する記録層の下地として、Fe、Co及びNiのうち少なくとも1種とBとを含む合金から形成された軟磁性層と、PdまたはPtとBとを含む合金から形成されたシード層を備えているので、記録層中に明瞭な結晶粒界が形成され、記録層の面内方向の磁氣的結合力を低減することができる。これにより、記録層の磁化遷移領域の乱れが低減するため、線記録密度を高めても低媒体ノイズで情報を再生することができる。また、磁気異方性の高い人工格子膜を記録層と用いているため、高い熱安定性を有している。

【0067】

本発明の磁気記憶装置は、本発明の磁気記録媒体を備えるため、200ギガビット／平方インチ（約31ギガビット／平方センチメートル）の高い面記録密度で情報を記録しても高S／Nで情報を再生できるとともに、高い耐熱減磁特性を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に従う磁気ディスクの概略断面図である。

【図2】 本発明に従う磁気記憶装置の平面模式図である。

【図3】 磁気ディスクの記録層の断面構造を模式的に示した図である。

【図4】 実施例1で作製した磁気ディスクの時間に対する再生信号出力の変化を表したグラフである。

【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 密着層
- 3 軟磁性層
- 4 シード層
- 5 記録層
- 6 保護層

7 潤滑層

1 0 磁気ヘッド

1 1 磁気ヘッド駆動装置

1 2 記録再生信号処理装置

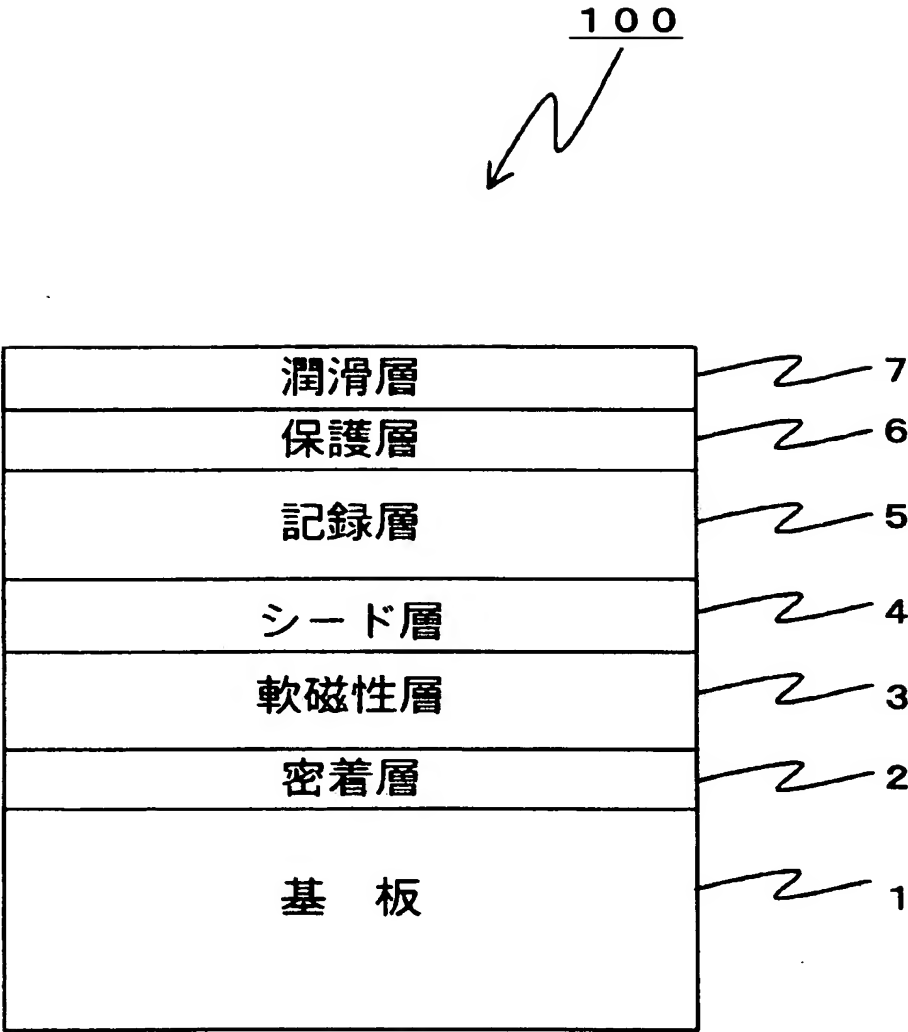
1 8 回転駆動部（スピンドル）

1 0 0 磁気ディスク

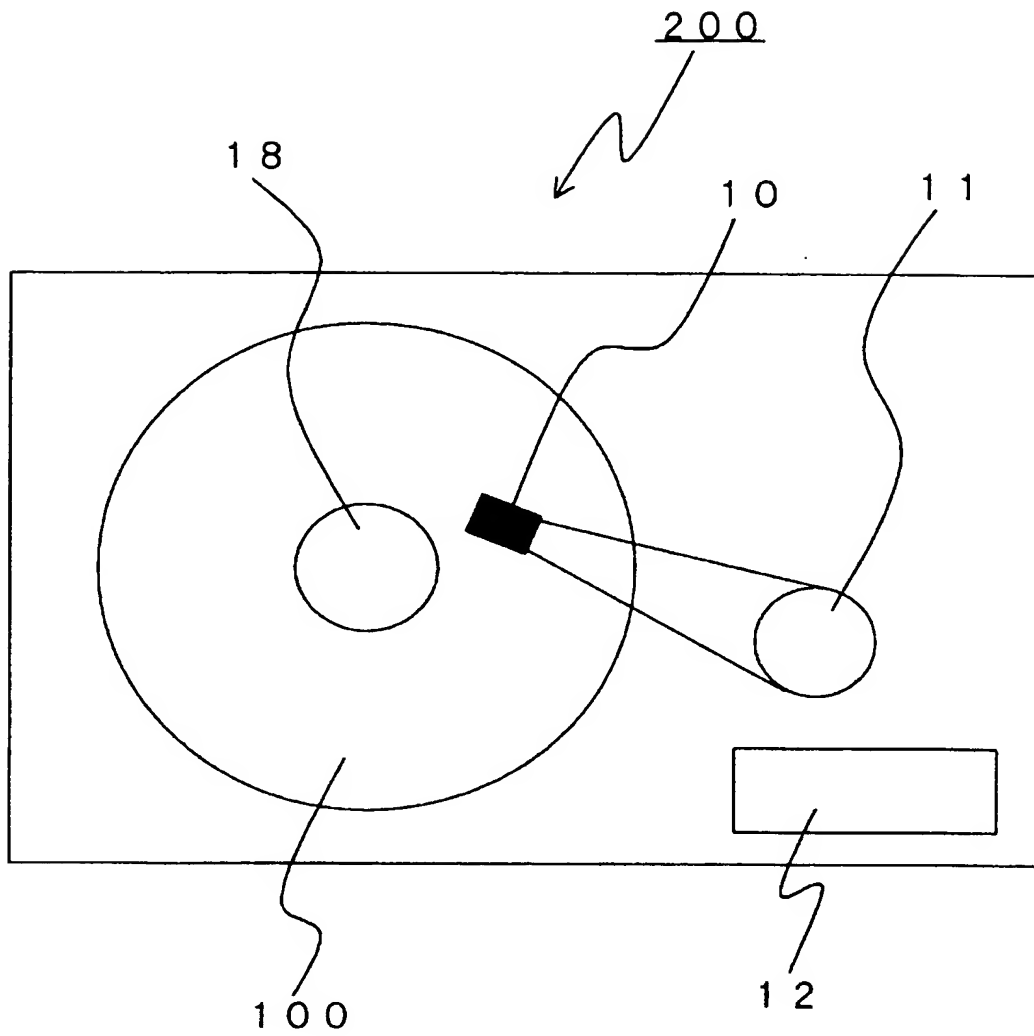
2 0 0 磁気記憶装置

【書類名】 図面

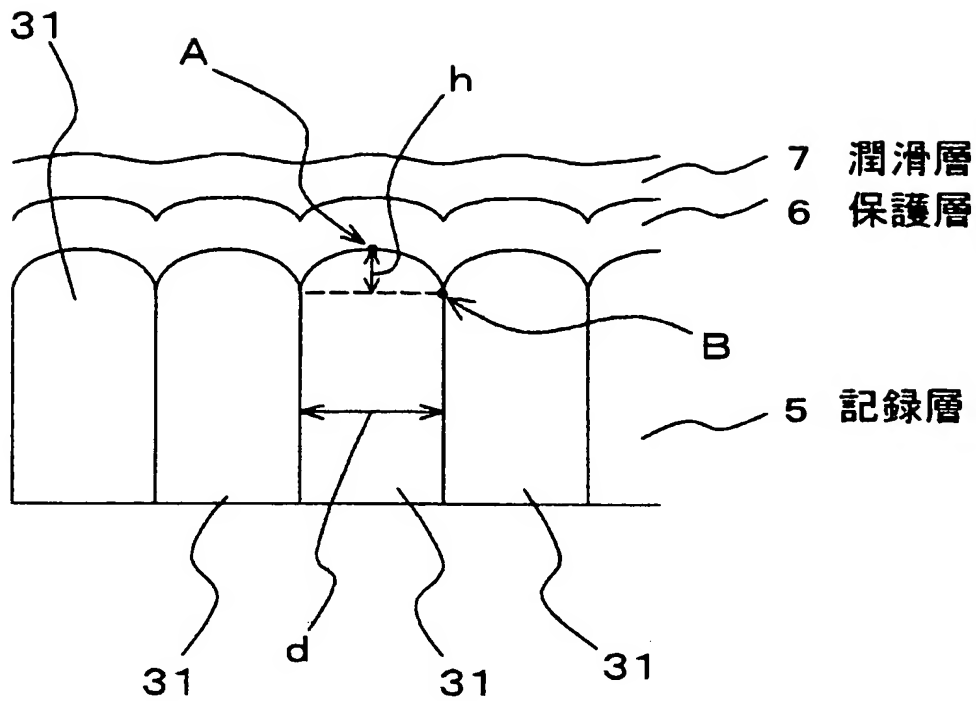
【図 1】



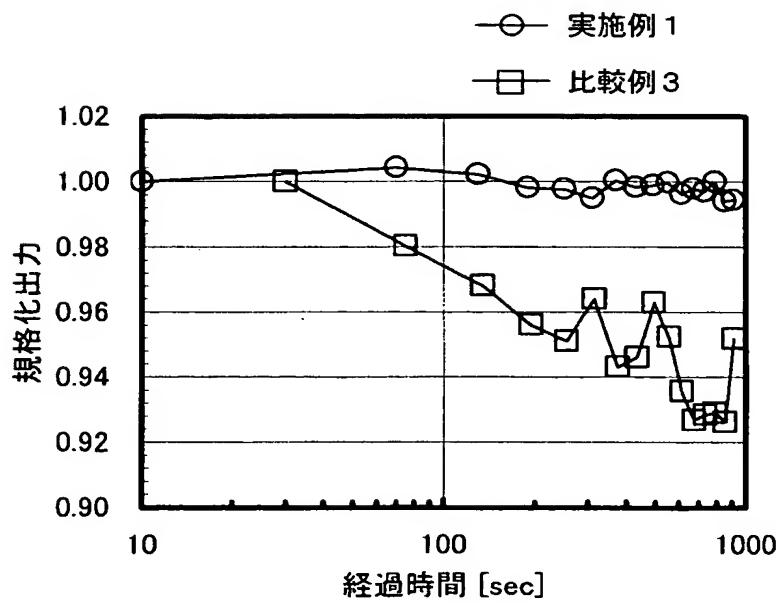
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱安定性に優れ、低媒体ノイズの高密度記録用の磁気記録媒体及び磁気記憶装置を提供する。

【解決手段】 磁気ディスク 1 0 0 は、基板 1 上に軟磁性層 3、シード層 4、人工格子構造を有する記録層 5 を備え、例えば、軟磁性層 3 を C o と B とから形成し、シード層 4 を P d と B とから形成する。この構成により記録層 5 の結晶粒子間に働く面内方向の磁氣的交換結合力を低減することができる。それゆえ、記録層 5 に微細な記録磁区が形成できるとともに磁化遷移領域も明瞭となり媒体ノイズが低減する。すなわち、高密度に情報を記録しても低媒体ノイズで再生できる。人工格子構造の記録層 5 は高い磁気異方性を有するので熱安定性にも優れる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 5 1 9 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 1 0]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 6 月 1 0 日

[変更理由]

住所変更

住 所

大阪府茨木市丑寅 1 丁目 1 番 8 8 号

氏 名

日立マクセル株式会社